

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-111185

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.⁶ 識別記号

H 0 1 J 27/24

C 2 3 C 14/32

14/48

H 0 1 J 37/05

37/08

F I

H 0 1 J 27/24

C 2 3 C 14/32

14/48

H 0 1 J 37/05

37/08

A

Z

審査請求 有 請求項の数 1 F D (全 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平9-287956

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 10 月 3 日

(71) 出願人 000001144

工業技術院長

東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号

(72) 発明者 堀野 裕治

大阪府池田市緑丘 1 丁目 8 番 31 号 工業技術院大阪工業技術研究所内

(72) 発明者 三原 敏行

大阪府池田市緑丘 1 丁目 8 番 31 号 工業技術院大阪工業技術研究所内

(72) 発明者 茶谷原 昭義

大阪府池田市緑丘 1 丁目 8 番 31 号 工業技術院大阪工業技術研究所内

(74) 指定代理人 工業技術院大阪工業技術研究所長

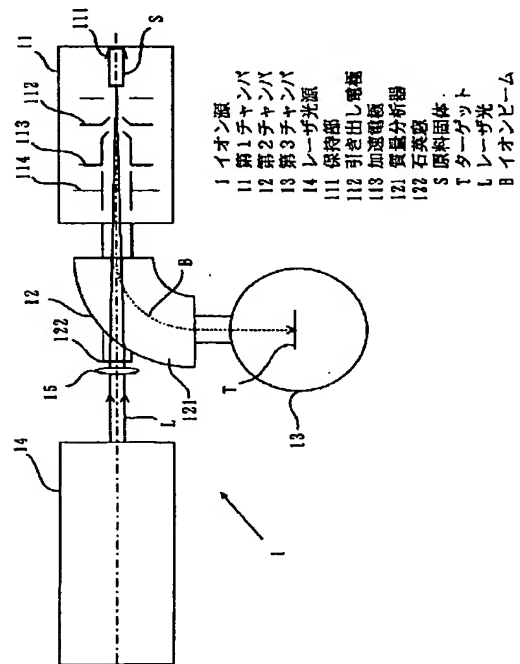
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザアブレーション型イオン源

(57) 【要約】

【課題】 固体原料から効率良くイオンを取り出すことができ、寸法が小さく且つ調整が容易なイオン源を提供する。

【解決手段】 第1チャンバ11、第2チャンバ12及び第3チャンバ13で構成される真空チャンバと、真空チャンバ内に高密度レーザ光を入射するレーザ光源14と、第1チャンバ内のレーザ光照射位置にイオン発生用の原料固体Sを保持する保持部111と、真空チャンバ内のレーザ光路上において、保持部よりレーザ光源側に順次配置されたイオン引き出し電極112、加速用電極113及び質量分析器121とを備え、前記電極は、レーザ光路上にレーザ光源からのレーザ光L及び発生したイオンを通過させる透過孔を備え、質量分析器121は、透過孔を通過した特定のイオンBをその質量に応じてレーザ光路から外れた方向に導く質量分離電磁石を備え、レーザ光路に相当する箇所透過窓122が設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空チャンバと、該真空チャンバ内に高密度レーザ光を入射するレーザ光源と、前記真空チャンバ内のレーザ光照射位置にイオン発生用の原料固体を保持する保持部と、前記真空チャンバ内のレーザ光路上において、前記保持部よりレーザ光源側に順次配置されたイオン引き出し及び加速用の電極及びイオン分離用の質量分析器とを備え、前記電極は、前記レーザ光路上に前記レーザ光源からのレーザ光及び原料固体で発生したイオンを通過させる透過孔を備え、前記質量分析器は、前記透過孔を通過した特定のイオンをその質量に応じてレーザ光路から外れた方向に導く質量分離電磁石を備え、前記レーザ光路に相当する箇所にレーザ光透過用の透過窓が設けられていることを特徴とするイオン源。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザアブレーションを用いたイオン源に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体基板に不純物を導入するためのイオン注入装置や、基板上に薄膜を堆積するためのイオン直接堆積装置等に用いる種々のイオン源が研究、開発されてきた。

【0003】このようなイオン源の一種として、いわゆるレーザアブレーションを利用したイオン源（以下、「レーザアブレーションイオン源」と呼ぶ）が知られている。レーザアブレーションは、高強度のパルスレーザ光を原料固体表面に照射した場合に、原料固体を構成する原子等が剥離放出され、照射面近傍にプラズマ状ブルームが発生するという現象である。例えば、特開平5-279848号公報に開示されているように、レーザアブレーションは、真空容器中に原料固体と基板とを対向する位置に配置し、原料固体にレーザ光を斜めから照射して、放出された原料固体材料の原子等を基板に堆積させる薄膜堆積技術に利用されてきた。

【0004】レーザアブレーションイオン源は、このレーザアブレーションを応用したものであり、レーザ光の強度を増すに従ってプラズマ状ブルーム中のイオンの比率が高くなることに着目し、このイオンを電極により引き出し、加速してイオンビームを形成するものである。従来のレーザアブレーションイオン源は、上述のレーザアブレーションを薄膜堆積技術に用いる場合と同様、レーザ光を斜め方向（典型的には45度）から原料固体に照射し、発生したイオンを照射面から垂直方向に引き出す構成となっている。レーザアブレーションイオン源は、プラズマスパッタリングを用いたイオン源等と異なり動作ガスが不要で、高真空中で作動するため不純物が発生しにくい。従って、このレーザアブレーションイオン源を用いれば、高純度のイオン注入や薄膜堆積が可能であるという利点を有する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のレーザアブレーションイオン源は、パルスレーザ光の強度に対するイオンの発生効率が生産性の要求に十分に 대응できていないという問題がある。また、レーザ光の照射方向とイオン取り出し方向が異なるため、レーザ光を遮蔽しないように引き出し電極を配置するには、電極と固体原料の距離を長くする必要がありイオン源の寸法が大きくなるという欠点もある。さらに、特定のイオンを選択、分離するための質量分析器の配置や、イオン集束系の配置に広いスペースを必要とするほか、光学系の調整等も手間がかかるものとなる。

【0006】本発明は、上記問題点を解決すべく、固体原料から効率良くイオンを取り出すことができ、寸法が小さく且つ調整が容易なイオン源を提供することを目的としてなされたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、真空チャンバと、該真空チャンバ内に高密度レーザ光を入射するレーザ光源と、前記真空チャンバ内のレーザ光照射位置にイオン発生用の原料固体を保持する保持部と、前記真空チャンバ内のレーザ光路上において、前記保持部よりレーザ光源側に順次配置されたイオン引き出し及び加速用の電極及びイオン分離用の質量分析器とを備え、前記電極は、前記レーザ光路上に前記レーザ光源からのレーザ光及び原料固体で発生したイオンを通過させる透過孔を備え、前記質量分析器は、前記透過孔を通過した特定のイオンをその質量に応じてレーザ光路から外れた方向に導く質量分離電磁石を備え、前記レーザ光路に相当する箇所にレーザ光透過用の透過窓が設けられていることを特徴とするイオン源を提供するものである。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しつつ本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明に係るイオン源の一実施形態を表す平面図である。

【0009】図1に示すように、イオン源1は、相互に連通し図外の吸引源に接続された真空チャンバを構成する第1チャンバ11、第2チャンバ12及び第3チャンバ13とレーザ光源14とを備えている。第2チャンバ12及び第1チャンバ11は、レーザ光路上においてレーザ光源14より遠ざかる方向に順次配置されている。第3チャンバ13は、レーザ光路から外れた位置において第2チャンバ12と連結して配置されている。第1チャンバ11には、イオンを発生する原料固体Sの保持部111と、レーザ光路上において保持部111よりレーザ光源14側に順次配置された引き出し電極112、加速電極113及びアイシツェルレンズ114が設置されている。第2チャンバ12には、特定のイオンのみを選択、分離するための質量分析器121及びレーザ光透過

用の石英窓122が設置されている。第3チャンバ13には、質量分析器121で分離されたイオンを注入又は堆積させるターゲットTが保持されている。

【0010】本実施形態においては、レーザ光源14として、波長193nmの光を出射する高出力パルスレーザであるArFエキシマレーザを使用している。しかしながら、レーザ光源14はこれに限られるものではなく、高出力且つ1光子当たりのエネルギーが大きくなる短波長のレーザ光源を好適に使用でき、例えば、YAGレーザをアップコンバージョンし短波長にしたもの等を使用することも可能である。レーザ光源14から出射した高密度レーザ光Lは、保持部111に保持された原料固体S表面に集束するように凸レンズ15で集光された後、第2チャンバ12に設けられた石英窓122を透過し、質量分析器121内に入る。第2チャンバ12と第1チャンバ11とは連通しているため、レーザ光Lは質量分析器121内を通過して第1チャンバ11内に入射し、該チャンバ内に設置された原料固体Sに照射される。ここで、レーザ光源14及び原料固体Sは、レーザ光Lが原料固体S表面を該表面に対しほぼ垂直方向から照射するようにそれぞれ配置されているのが望ましい。なお、原料固体Sとしては、例えばニッケルのほか、鉄、炭素、シリコン、モリブデン、タングステン、金、白金、銅、ニオブ、タンタル、アルミニウム等、レーザアブレーションを生じ得る全ての固体が使用可能である。

【0011】照射されたレーザ光Lは原料固体Sをアブレーションし、原料固体Sの照射面近傍にブルームと呼ばれる一部イオン化した原料元素からなる蒸気を生成する。このブルーム中のイオンは、原料固体S前方に配置された環状の引き出し電極112によって形成される電界により電極112の透過孔へと引き出され、筒状の加速電極113によって加速された後、筒状のアイントゥエルレンズ114により集束されてイオンビームとなる。第1チャンバ11内には、原料固体S以外の動作ガス等が存在しないため、高純度のブルームが形成される。

【0012】各電極112、113及びアイントゥエルレンズ114は、レーザ光Lが各々の透過孔を通過するように配置されている。すなわち、レーザ光Lの照射方向とイオンの引き出し方向とがほぼ正反対となるように配置されている。したがって、ブルーム中に含まれる未だイオン化されていない中性粒子にもレーザ光Lが照射され、該レーザ光のエネルギーによって中性粒子がイオン化される。これは、中性粒子がそのまま残存する従来のレーザアブレーションイオン源に比べ、イオン化効率を向上させるという利点を有する。また、原料固体Sは、図2に示すようなレーザ光照射方向に沿って延びる凹所S1を有する形状としてもよい。レーザ光照射方向とイオン引き出し方向がほぼ同軸上にあるので、このような形状であってもイオンを引き出すことができ、しかも、

凹所S1の底で発生するブルームはイオン引き出し方向に向かって限られた立体角にのみ放出されるため、引き出し電極112によりイオンを効率よく引き出すことができる。また、レーザ光Lの照射方向とイオンの引き出し方向とがほぼ同軸上にあるため、従来のレーザアブレーションイオン源に比べ、各電極112、113と固体原料Sとの距離を短くでき、第1チャンバ11の寸法を小さくし得るという利点を有する。さらに、質量分析器121の配置や、アイントゥエルレンズ114等のイオン集束系の配置に広いスペースを要せず、光学系の調整等も比較的簡易である。なお、レーザ光は電磁界の影響を受けないので、レーザ光Lが各電極112、113及びアイントゥエルレンズ114内を通過しても何ら影響はない。

【0013】質量分析器121は、上述のように第2チャンバ12内に配置されている。質量分析器121内に設置された質量分離電磁石は、アイントゥエルレンズ114を透過したイオンに電磁力を作用させ所望のイオンBの進行方向を、その質量に応じて作用する慣性力を利用して所定の方向に曲げ、第3チャンバ13内に保持されたターゲットTへと導く。質量分析器121が配置されている第2チャンバ12は、第1チャンバ11と連通し高真空下にあるため、イオンビームB中に不純物が混入するおそれが極めて少ない。また、不純物混入のおそれが極めて少ないので、質量分析器121内を通過するレーザ光Lのエネルギーにより不純物がイオン化されイオンビームB中に混入するおそれも極めて少ない。したがって、ターゲットTに高純度のイオンビームBを注入又は堆積することが可能である。また、ターゲットTに注入又は堆積するのみならず、所望の用途のため所望の真空設備へイオンビームBを取り出すことも可能である。

【0014】以下、本発明に係るイオン源を用いてイオンビームの生成を行った実験結果の一例について述べる。図1に示す装置において、レーザ光源14として、毎秒20ショットの出力で1ショット当たり200mJの出力エネルギーを有するArFエキシマレーザを用い、原料固体Sである金属ニッケル表面に照射した。イオン源1の真空度 2×10^{-8} Torr、加速電極113の電圧17keV、アイントゥエルレンズ114の電圧13keVの条件で、ターゲットT表面上に、エネルギー17keV、電流数 μ AのNiイオンビームを生成することができた。

【0015】

【発明の効果】本発明によれば、イオン引き出し及び加速用の電極が、レーザ光路上にレーザ光源からのレーザ光及び原料固体で発生したイオンを通過させる透過孔を備えているため、従来はそのまま残存していたブルーム中に含まれる中性粒子がイオン化され、イオン化効率が高くなるという効果を奏する。

【0016】また、レーザ光の照射方向とイオン引き出

し方向とがほぼ同軸上にあるため、従来のレーザーアブレションイオン源に比べ、電極と固体原料との距離を短くでき、イオン源、特に真空チャンバの寸法を小さくし得るという利点を有する。また、質量分析器の配置や、イオン集束系の配置にも広いスペースを必要としない。さらには、光学系の調整等も比較的簡易であり、これは装置の高信頼性にも通じるものである。

【0017】従って、イオンビーム堆積による高純度薄膜合成やイオンビーム注入による高純度の不純物導入等を、効率的に且つ安定して行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

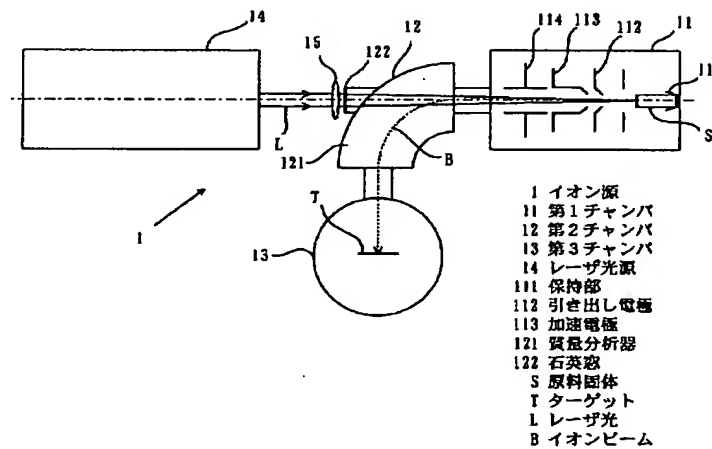
【図1】図1は、本発明に係るイオン源の一実施形態を表す平面図である。

【図2】図2は、原料固体に凹所が設けられた状態を示す平面図である。

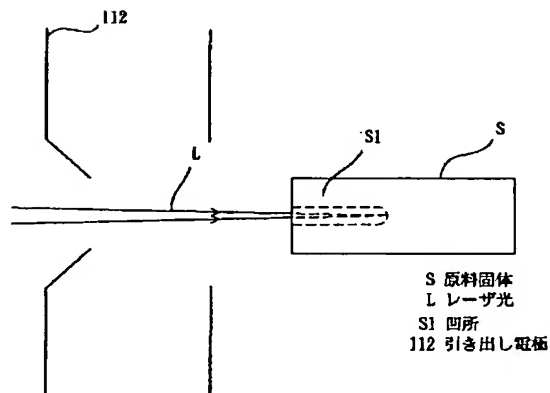
【符号の説明】

- 1 イオン源
- 11 第1チャンバ
- 12 第2チャンバ
- 13 第3チャンバ
- 14 レーザ光源
- 15 凸レンズ
- 111 保持部
- 112 引き出し電極
- 113 加速電極
- 114 アインツェルレンズ
- 121 質量分析器
- 122 石英窓
- S 原料固体
- T ターゲット
- L レーザ光
- B イオンビーム

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 L 21/265

H 0 1 L 21/265

6 0 3 A

(72)発明者 木野村 淳

大阪府池田市緑丘1丁目8番31号 工業技
術院大阪工業技術研究所内

(72)発明者 坪内 信輝

大阪府池田市緑丘1丁目8番31号 工業技
術院大阪工業技術研究所内

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

English abstract
of Document 5)

(11)Publication number : 11-111185

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl.

H01J 27/24
C23C 14/32
C23C 14/48
H01J 37/05
H01J 37/08
H01L 21/265

(21)Application number : 09-287956

(71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE & TECHNOL

(22)Date of filing : 03.10.1997

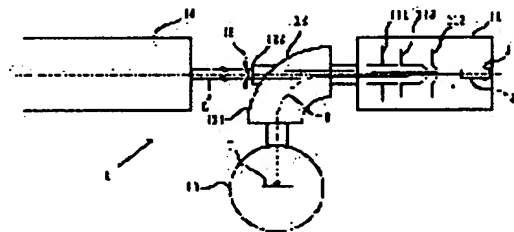
(72)Inventor : HORINO YUJI
MIHARA TOSHIYUKI
CHIYATANIHARA AKIYOSHI
KINOMURA ATSUSHI
TSUBOUCHI NOBUTERU

(54) LASER ABRASION TYPE ION SOURCE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an ion source which can efficiently draw ion out of a solid material, has a small size, and is easy to be adjusted.

SOLUTION: This ion source is provided with a vacuum chamber constitute of a first chamber 11, a second chamber 12, and a third chamber 13, a laser beam source 14 to emit high density laser beam to the inside of the vacuum chamber, a holding part 111 to hold a solid material S for ion generation at the laser beam radiation position in the first chamber 11; and an ion drawing out electrode 112, an electrode 113 for acceleration, and a mass spectrometer 121 successively arranged in this order from the holding part 111 to the laser beam source 14 side in the laser beam path in the vacuum chamber. The electrodes have through holes in the laser beam path to pass laser beam L and generated ions from the laser beam source and the mass spectrometer 121 is provided with a mass separation electromagnets to guide a specified ions B, which passed through the through holes based on the masses of the ions, out of the laser beam path and a transparent window 122 is formed at the position corresponding to the laser beam path.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.10.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office